

Attorney Docket No. 03327.2314  
Customer Number 22,852

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: )  
)  
Koji Iwasawa ) Group Art Unit: 2816  
Serial No.: 10/712,344 )  
) Examiner: unknown  
Filed: November 14, 2003 )  
)  
For: Method of Predicting A Lifetime Of )  
Filament In Ion Source and Ion )  
Source Device )

**Commissioner for Patents**  
**P.O. Box 1450**  
**Alexandria, VA 22313-1450**

Sir:

**CLAIM FOR PRIORITY**

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119, Applicant hereby claims the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No.2002-330634, filed November 14, 2002, for the above-identified U.S. patent application.

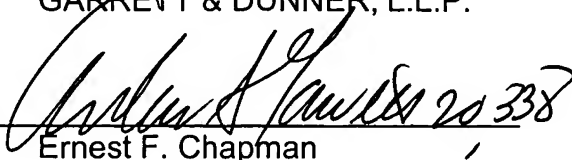
In support of this claim for priority, enclosed is one certified copy of the priority application.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,  
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

Dated: 2-24-04

By:

  
Ernest F. Chapman  
Reg. No. 25,961

EFC/FPD/crw  
Enclosures

FINNEGAN  
HENDERSON  
FARABOW  
GARRETT &  
DUNNER LLP

1300 I Street, NW  
Washington, DC 20005  
202.408.4000  
Fax 202.408.4400  
www.finnegan.com

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月14日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-330634  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2002-330634]

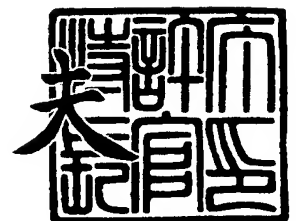
出願人 日新電機株式会社  
Applicant(s):



2003年11月13日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3093860

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02019

【提出日】 平成14年11月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 27/02  
H01J 37/08  
G01R 31/02

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市南区久世殿城町 5 7 5 番地 日新イオン機器株式会社内

【氏名】 岩澤 康司

【特許出願人】

【識別番号】 000003942

【氏名又は名称】 日新電機株式会社

【代表者】 位▲高▼ 光司

【代理人】

【識別番号】 100088661

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 恵二

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003322

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9807054

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 イオン源のフィラメント寿命予測方法およびイオン源装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 イオン源を構成する熱電子放出用のフィラメントに流れる電流と当該フィラメント両端の電圧とに基づいて、イオン源運転中の前記フィラメントの抵抗値を継続して測定し、この抵抗値の変化率に基づいて、前記フィラメントの断線に至る寿命を予測することを特徴とするイオン源のフィラメント寿命予測方法。

【請求項 2】 熱電子放出用のフィラメントを有するイオン源と、前記フィラメントに流れる電流を測定する電流測定器と、前記フィラメントの両端の電圧を測定する電圧測定器と、前記電流測定器および電圧測定器によって測定した電流および電圧に基づいて前記フィラメントの抵抗値を求める抵抗値演算手段と、この抵抗値演算手段によって求めた抵抗値の変化率を用いて、前記フィラメントが使用限界に達する時刻または使用限界に達するまでの残り時間を求める予測演算手段とを備えることを特徴とするイオン源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、イオン注入装置等に用いられるイオン源のフィラメントの寿命を予測する予測方法、および、当該予測を行う手段を備えるイオン源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

イオン注入装置等に用いられるイオン源を構成する熱電子放出用のフィラメントの寿命は、従来、フィラメントに流れる電流（フィラメント電流）をイオン源の運転中常時測定し、これを所定の基準値と比較することによって、断線に至るまでの残り時間を推定することで、フィラメントの寿命を予測していた。上記所定の基準値には、同じ特性のフィラメントを用いたイオン源における過去のデータが用いられる。なお、上記と同様の技術は、特許文献 1 にも記載されている。

## 【0003】

## 【特許文献1】

特開平4-306544号公報（段落番号0017、0022、図1）

## 【0004】

上記従来の方法の根拠は次のとおりである。即ち、イオン源をある一定の出力（この出力としては、この明細書では、イオン源から引き出すイオンビーム電流に着目している。）で運転するためには、フィラメントから放出される熱電子の量を一定にする必要がある。この熱電子の量は、フィラメントとプラズマ生成容器との間を流れるアーク電流として観測される。このアーク電流を一定に保つために、この種のイオン源においては通常、フィラメント電流を制御して、フィラメントへの投入パワーを一定に制御している。

## 【0005】

その場合、イオン源の運転に伴って、フィラメントは、プラズマ生成容器内に生成されるプラズマ中のイオンによるスパッタや蒸発によって消耗して細くなって行く。例えば、フィラメントの中央付近でその直径が小さくなって行く（図2参照）。その結果、フィラメント全体の抵抗値が増大し、フィラメントへの投入パワーを一定にするために必要なフィラメント電流は小さくなって行く。

## 【0006】

従って、従来は、フィラメント電流が小さくなるほどフィラメントの直径が小さくなっていて断線が起こりやすいと推定し、同じ特性のフィラメントを用いたイオン源において過去に断線が発生したときのフィラメント電流と比較を行うことによって、断線に至るまでの残り時間を予測していた。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

上記根拠は、イオン源の出力が常に一定であるときには正しいと言える。しかし、イオン注入装置等に用いられる現実のイオン源においては、そのような条件で運転されるのは希れである。

## 【0008】

例えば、中電流機と呼ばれるイオン注入装置用のイオン源を例に挙げると、当

該イオン源の出力は、即ちそれから引き出すイオンビーム電流は、20 mA 以上を出力する最大出力から、0.1 mA 程度にまで下げる最小出力まで、かなり広い幅を持っている。

#### 【0009】

上述したように、イオン源の出力はフィラメントから放出される熱電子の量に依存しており、フィラメント電流はイオン源に要求される出力に応じて変える必要があるので、たとえフィラメントの直径が同じでも、イオン源の出力が大きければ必要なフィラメント電流は大きく、出力が小さければフィラメント電流は小さい。別の言い方をすれば、イオン源の出力、即ちイオンビーム電流を下げるためにはアーク電流を小さくする必要があり、そのためにはフィラメント電流を小さくする必要がある。このとき、従来の方法のようにフィラメント電流を測定してフィラメントの残り寿命を予測していると、残り寿命が一気に短くなったように見える。しかしこれは正しくない。単にフィラメント電流を小さくしただけであるからである。

#### 【0010】

このように、イオン源の出力が一定でない場合には、従来のようにフィラメント電流を測定してフィラメントの寿命を予測する方法では、フィラメントの寿命を正確に予測することはできない。

#### 【0011】

そこでこの発明は、イオン源の出力が一定でない場合でも、フィラメントの寿命を正確に予測することができる手段を提供することを主たる目的としている。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明に係るフィラメント寿命予測方法は、イオン源を構成する熱電子放出用のフィラメントに流れる電流と当該フィラメント両端の電圧とに基づいて、イオン源運転中の前記フィラメントの抵抗値を継続して測定し、この抵抗値の変化率に基づいて、前記フィラメントの断線に至る寿命を予測することを特徴としている（請求項1に対応）。

#### 【0013】

フィラメントの寿命を決めるのはフィラメントの直径（換言すれば断面積）である。これに直接関係する物理量として、フィラメントの抵抗値がある。これは、フィラメントの抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] は、次式で表されるように、フィラメントの断面積  $A$  [ $m^2$ ] に反比例するからである。ここで、 $\rho$  はフィラメントの抵抗率 [ $\Omega m$ ]、 $L$  はフィラメントの長さ [ $m$ ] である。この抵抗値  $R$  は、イオン源の出力を変えるためにフィラメント電流を変えても、それだけでは変化しない。

【0014】

【数1】

$$R = \rho \cdot L / A$$

【0015】

そこでこの発明のように、フィラメントに流れる電流とフィラメント両端の電圧とに基づいて、イオン源運転中のフィラメントの抵抗値を継続して測定し、この抵抗値の変化率に基づいて、フィラメントの断線に至る寿命を予測することによって、イオン源の出力が一定でない場合でも、フィラメントの寿命を正確に予測することができる。

【0016】

この発明に係るイオン源装置は、熱電子放出用のフィラメントを有するイオン源と、前記フィラメントに流れる電流を測定する電流測定器と、前記フィラメントの両端の電圧を測定する電圧測定器と、前記電流測定器および電圧測定器によって測定した電流および電圧に基づいて前記フィラメントの抵抗値を求める抵抗値演算手段と、この抵抗値演算手段によって求めた抵抗値の変化率を用いて、前記フィラメントが使用限界に達する時刻または使用限界に達するまでの残り時間を求める予測演算手段とを備えることを特徴としている（請求項2に対応）。

【0017】

このイオン源装置によれば、上記のような抵抗値演算手段、予測演算手段等を備えているので、請求項1記載の発明の場合と同様に、イオン源の出力が一定でない場合でも、フィラメントの寿命を正確に予測することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

図1は、この発明に係るフィラメント寿命予測方法を実施するイオン源装置の一例を示す図である。

#### 【0019】

このイオン源装置は、熱電子放出用のフィラメント10を有するイオン源2と、フィラメント10に流れる電流Iを測定する電流測定器26と、フィラメント10の両端の電圧Vを測定する電圧測定器28と、測定した電流Iおよび電圧Vに基づいてフィラメント10の寿命予測等を行う演算制御装置30とを備えている。

#### 【0020】

イオン源2は、この例ではバーナス型イオン源と呼ばれるものであり、アノードを兼ねるプラズマ生成容器4と、このプラズマ生成容器4内の一方側に設けられた熱電子放出用のU字状のフィラメント10と、プラズマ生成容器4内の他方側に設けられた反射電極12と、プラズマ生成容器4の壁面に設けられたスリット状のイオン引出し口6とを備えている。イオン引出し口6の出口近傍には、プラズマ生成容器4内で生成されたプラズマ14からイオンビーム20を引き出す引出し電極系18が設けられている。引出し電極系18は、図示例のような1枚の電極に限られるものではない。

#### 【0021】

プラズマ生成容器4内には、プラズマ14ひいてはイオンビーム20の元になる原料ガスとして、ガスや蒸気が、導入口8を通して導入される。プラズマ生成容器4の内部には、図示しない磁界発生器によって、フィラメント10と反射電極12とを結ぶ線に沿う方向に磁界16が印加される。フィラメント10の両端には、フィラメント10を通電加熱するフィラメント電源22が接続される。フィラメント10の一端とプラズマ生成容器4との間には、後者を正極側にしてアーク電源24が接続される。

#### 【0022】

このようなイオン源2において、プラズマ生成容器4の内外を真空排気した状態で、プラズマ生成容器4内に原料ガスを適当な流量で導入しながら、フィラメント電源22によってフィラメント10を加熱すると共に、フィラメント10と



プラズマ生成容器 4 との間にアーク電源 24 からアーク電圧を印加すると、フィラメント 10 から放出される熱電子はプラズマ生成容器 4 に向かってアーク電圧によって加速され、原料ガスと衝突することによって原料ガスを電離して、アーク放電を生じさせると共にプラズマ 14 を生成する。そしてこのプラズマ 14 からイオンビーム 20 を引き出すことができる。

#### 【0023】

上記フィラメント 10 に流れる電流  $I$  は、フィラメント電源 22 の出力電流と実質的に同じであり、電流測定器 26 によって測定することができる。フィラメント 10 の両端に印加される電圧  $V$  は、フィラメント電源 22 の出力電圧と実質的に同じであり、電圧測定器 28 によって測定することができる。

#### 【0024】

演算制御装置 30 は、上記のようにして測定した電流  $I$  および電圧  $V$  に基づいてフィラメント 10 の抵抗値  $R$  を求める抵抗値演算手段 32 と、これによって求めた抵抗値  $R$  の変化率（時間に対する変化率）を用いて、フィラメント 10 が使用限界に達する時刻または使用限界に達するまでの残り時間を求める予測演算手段 34 とを備えている。

#### 【0025】

これを詳述すると、フィラメント 10 の抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] は、上記電流  $I$  [A] および電圧  $V$  [V] に基づいて、次式によって求めることができる。この演算を抵抗値演算手段 32 が行う。このようにして、イオン源 2 の運転中のフィラメント 10 の抵抗値  $R$  を継続して測定する。この明細書において、「継続して」というのは、「連続的に」と言い換えることができ、典型的には常時であるが、所定のサイクル時間ごとの測定をも含む意味である。

#### 【0026】

##### 【数 2】

$$R = V / I$$

#### 【0027】

イオン源 2 の運転時間の経過に伴って、フィラメント 10 は、プラズマ 14 中のイオンによるスパッタや蒸発によって消耗して細くなって行く。例えば、図 2

に示す例のように、フィラメント 10 の中央付近（この例では先端付近）10a でその直径が小さくなって行く。従って、フィラメント 10 全体の抵抗値  $R$  は、フィラメント 10 の消耗につれて大きくなって行く。その様子の一例を図 3 中に実線で示す。

#### 【0028】

イオン源運転中の現在時刻を  $t_1$  とし、フィラメント 10 が使用限界に達する限界抵抗値を  $R_L$  とする。この限界抵抗値  $R_L$  は、現在使用しているフィラメント 10 と同じ特性（即ち、同じ材質、寸法、形状等）のフィラメントの過去の経験から求めることができる。即ち、そのようなフィラメントが断線した時の、または断線する可能性が高くなった時の抵抗値  $R$  を限界抵抗値  $R_L$  とする。

#### 【0029】

そして、上記のようにしてイオン源運転中のフィラメント 10 の抵抗値  $R$  を継続して測定することによって、現在時刻  $t_1$  における抵抗値  $R_1$  の変化率  $dR_1 / dt_1$  を求める。更に、イオン源 2 の運転時間  $t$  に対するフィラメント 10 の抵抗値  $R$  の変化をこの変化率  $dR_1 / dt_1$  を用いて外挿して、フィラメント 10 の抵抗値  $R$  が限界抵抗値  $R_L$  に達する時刻  $t_2$  を求める。具体的には数 3 の演算を行う。または、フィラメント 10 の抵抗値  $R$  が限界抵抗値  $R_L$  に達するまでの残り時間  $t_2 - t_1$  を求める。具体的には数 4 の演算を行う。数 3 と数 4 とは、数学的に等価であり、実質は同じである。このような演算を予測演算手段 34 が行う。

#### 【0030】

##### 【数 3】

$$t_2 = (R_L - R_1) / (dR_1 / dt_1) + t_1$$

#### 【0031】

##### 【数 4】

$$t_2 - t_1 = (R_L - R_1) / (dR_1 / dt_1)$$

#### 【0032】

上記のようにして、フィラメント 10 が使用限界に達する時刻  $t_2$  または使用限界に達するまでの残り時間  $t_2 - t_1$  を求めることができる。これによって、

フィラメント 10 の断線に至る寿命を予測することができる。

【0033】

その場合、測定対象であるフィラメント 10 の抵抗値  $R$  は、イオン源 2 の出力を変えるためにフィラメント 10 に流す電流  $I$  の大きさを変えても、それだけの理由によっては変化しない。ちなみに、フィラメント 10 に印加する電圧  $V$  の大きさを変えた場合も同様であり、それだけの理由によっては測定対象の抵抗値  $R$  は変化しない。このように、この発明では、イオン源の出力を変えるためにフィラメント電流を変えても値の変化しないフィラメント抵抗値  $R$  を測定対象にしてフィラメントの寿命を予測するので、イオン源 2 の出力が一定でない場合でも、フィラメント 10 の寿命を正確に予測することができる。

【0034】

なお、この例のように、上記時刻  $t_2$  または残り時間  $t_2 - t_1$  を表示する表示手段 36 を設けても良い。

【0035】

また、この例のように、上記残り時間  $t_2 - t_1$  と所定の基準値  $T$  とを比較して、残り時間  $t_2 - t_1$  が基準値  $T$  より小さくなったときに警報信号  $S$  を出力する比較手段 38 を設けても良い。

【0036】

上記のような抵抗値演算手段 32、予測演算手段 34 等を有する演算制御装置 30 は、例えば、コンピュータを用いて構成しても良い。

【0037】

また、この発明は、上記例のバーナス型イオン源に限られるものではなく、熱電子放出用のフィラメントを有するイオン源に広く適用することができる。例えば、直線状のフィラメントを有するフリーマン型イオン源等にも適用することができる。

【0038】

【発明の効果】

以上のようにこの発明によれば、イオン源の出力を変えるためにフィラメント電流を変えても値の変化しないフィラメント抵抗値を測定対象にしてフィラメン

トの寿命を予測するので、イオン源の出力が一定でない場合でも、フィラメントの寿命を正確に予測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明に係るフィラメント寿命予測方法を実施するイオン源装置の一例を示す図である。

【図 2】

図 1 中のフィラメントの中央付近が細くなった例を示す図である。

【図 3】

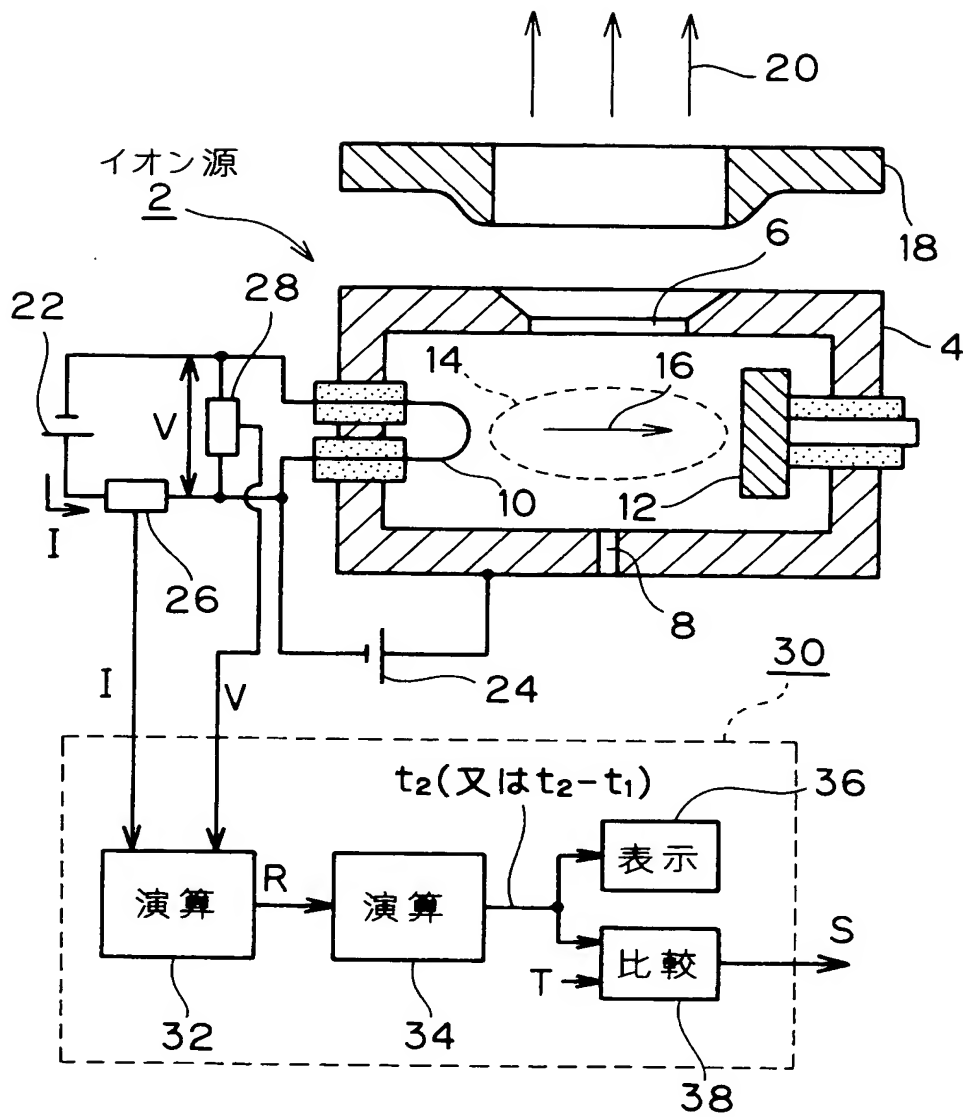
イオン源の運転時間に対するフィラメント抵抗値の変化の一例を示す図である。

【符号の説明】

- 2   イオン源
- 10   フィラメント
- 22   フィラメント電源
- 26   電流測定器
- 28   電圧測定器
- 30   演算制御装置
- 32   抵抗値演算手段
- 34   予測演算手段

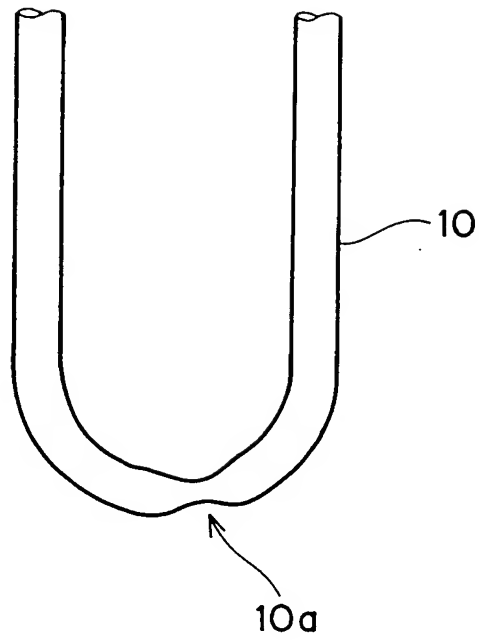
【書類名】 図面

【図 1】

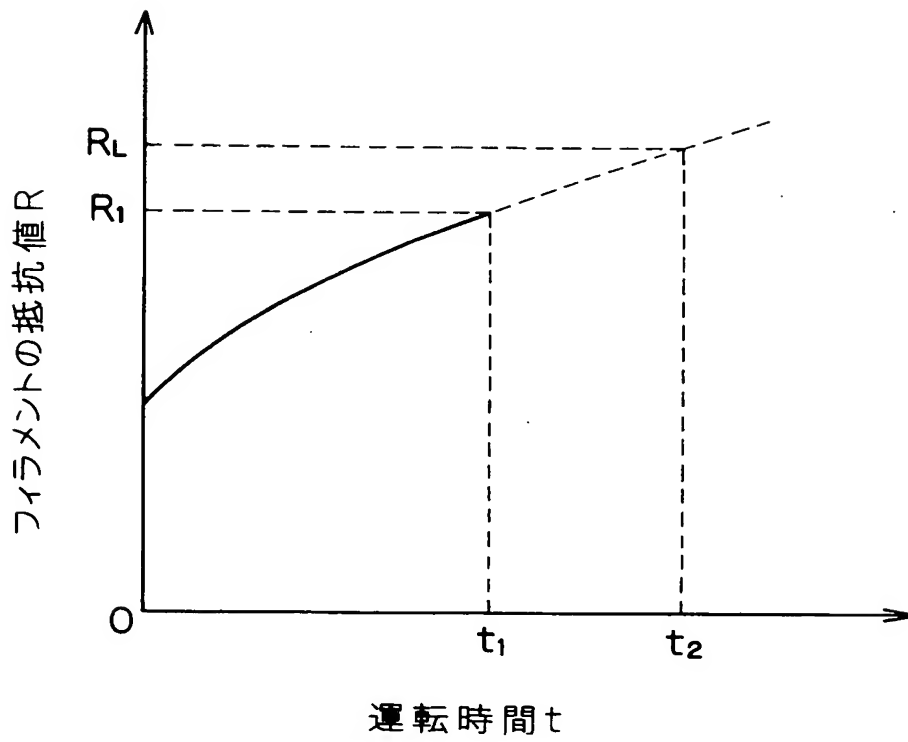


10:フィラメント

【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 イオン源の出力が一定でない場合でも、フィラメントの寿命を正確に予測することができる手段を提供する。

【解決手段】 このイオン源装置は、熱電子放出用のフィラメント 10 を有するイオン源 2 と、フィラメント 10 に流れる電流  $I$  を測定する電流測定器 26 と、フィラメント 10 の両端の電圧  $V$  を測定する電圧測定器 28 と、これらによって測定した電流  $I$  および電圧  $V$  に基づいてフィラメントの抵抗値  $R$  を求める抵抗値演算手段 32 と、これによって求めた抵抗値  $R$  の変化率を用いて、フィラメントが使用限界に達する時刻  $t_2$  または使用限界に達するまでの残り時間  $t_2 - t_1$  を求める予測演算手段 34 とを備えている。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-330634
受付番号	50201721744
書類名	特許願
担当官	伊藤 雅美 2132
作成日	平成 14 年 11 月 19 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000003942
【住所又は居所】	京都府京都市右京区梅津高畝町 4 7 番地
【氏名又は名称】	日新電機株式会社

## 【代理人】

申請人	
【識別番号】	100088661
【住所又は居所】	大阪府中央区内本町 2 丁目 3 番 8 - 4 1 3 号 ダ イアバレスビル本町
【氏名又は名称】	山本 恵二

次頁無



特願 2 0 0 2 - 3 3 0 6 3 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 9 4 2 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府京都市右京区梅津高畝町 4 7 番地

氏 名

日新電機株式会社